植物分类学报
第19卷 第3期 ACTA PHYTOTAXONOMICA SINICA 1981年8月

# 广东壳斗科木材的宏观结构及其与分类分布的关系*

何天相
(华南农学院林学系)

## 摘要

作者根据主要采自广东的壳斗科5属约93种木材标本进行了观察并试就其宏观结构写出了分属的检索表。从木材解剖的角度看来，作者认为：将椆亚属（Subgenus Cyclobalanlopsis (Oerst.) Schneid.）和石栎亚属（Subgenus Pasania (Miq.) A. Camus）分别从栎属（Quercus L.）和柯属（Lithocarpus Bl.）分出独立成属是没有充分理由的。

壳斗科植物 Fagaceae Dum. 除南美洲热带、非洲热带及其南部不产外，广布于世界各地。为热带、亚热带常绿和落叶阔叶树林或针叶阔叶树林中的重要木材树种，也是广东阔叶林中的常见代表。为了使林业生产实践中的木材鉴定与植物分类的理论研究紧密结合，作者将我系正确定名的木材标本（以本省的为主，也有一部分是台、桂、滇、湘、皖、苏、浙等地区的）进行了宏观结构的观察。其中水青冈属有3种，栗属6种（包括2变种），锥属24种（包括2变种），柯属26种，栎属34种（包括2变种，1变型）。将同属的木材，根据管孔排列、射线宽度等，以属为单元对它们的宏观结构进行概括性的描述。并讨论其木材构造与树木分类、管孔排列与树木分布等的关系。

## 木材构造的比较

### 广东壳斗科木材分属检索表

1. 管孔径向排列；环管管胞缺如；轴向薄壁组织星散—聚合 ·················· **水青冈属 Fagus**
1. 管孔（或晚材管孔）一般为不规则的径向排列；有环管管胞；轴向薄壁组织一般为离管带状。
  2. 木射线完全单列；环孔材 ·················· **栗属 Castanea**
  2. 单列射线与大射线常见；散孔材、半环孔材或环孔材。
    3. 晚材管孔（或管孔）以不规则分枝的径向排列占优势，一般不延展于生长轮之间。多为半环孔材，散孔材、环孔材次之。仅少数种有单列射线 ·················· **锥属 Castanopsis**
    3. 管孔以不规则的径向排列为典型。大多数种其管孔延展或可延展于生长轮之间。散孔材占优势，半环孔材最少。都有单列射线和大射线 ·················· **柯属 Lithocarpus**
    3. 管孔以不规则的径向排列为典型。当管孔延展于生长轮之间时，一般成不规则分枝的径向排列——散孔材栎类为多数。晚材管孔为不规则分枝（或否）的径向排列或径向系列，或近似火焰

* 中国科学院植物研究所秦仁昌先生为本文提出宝贵意见，华南植物研究所喻诚鸿、黄成就二位同志惠予审阅文稿，方文彬同志完成木材照相，作者谨此一并致谢。

状图案——环孔材栎类不及四分之一，半环孔材最少。绝大多数种有单列射线和大射线…
………………………………………………………………………………………… **栎属 Quercus**

## 各属木材的描述

**1. 水青冈属**(山毛榉属) **Fagus** L. (图版 1:1)

木材淡红褐色或淡黄褐色。生长轮在肉眼下清楚，均匀。

散孔材(日本两种)或半环孔材(水青冈)；管孔仅在放大镜下清楚，在生长轮内部较大、较多，径向斜向排列；有单独管孔与短的复管孔。

环管管胞缺如。

轴向薄壁组织仅在放大镜下可见，星散—聚合。

木射线分单列射线和大射线，前者在肉眼下隐约可见，后者肉眼下清楚。水青冈的大射线在横切面上有断续现象。单列射线的阔度比最大管孔的弦径为小。

木材标本：日本水青冈 Fagus japonica Maxim.，水青冈 F. longipetiolata Seem.，F. sieboldii Endl.

**2. 栗属 Castanea** Mill. (图版 1:2)

心材栗褐(暗褐至黄褐)色，边材黄褐(灰褐至浅黄)色。生长轮在肉眼下十分清楚，一般均匀。

环孔材：早材管孔肉眼下十分清楚，管孔带明显，有 1—2(3) 行管孔，单独管孔占优势，侵填体普遍；晚材的大部分管孔在放大镜下一般清楚，成十分明显的斜向至火焰状排列，有单独管孔和短的径向(斜向)复管孔以及管孔团。

环管管胞在放大镜下于早材管孔处隐约可见，如淡色的鞘。

轴向薄壁组织于放大镜下隐约可见，星散—聚合至离管带状，薄壁组织带不规则、单列。

木射线单列，在肉眼下不见至隐约可见，在放大镜下清楚。

木材标本：锥栗 Castanea henryi Rehd. et Wils.，栗(板栗) C. mollissima Bl.，欧洲栗 C. sativa Mill.，日本栗 C. sativa var. japonica，毛脉甜栗 C. sativa var. pubinervis Makino，茅栗 C. seguinii Dode

**3. 锥属**(栲属) **Castanopsis** Spach (图版 1:3-12)

心材自淡褐色、灰褐色、黄褐色至淡红褐色；边材自淡褐色、灰褐色至黄褐色。生长轮均匀，有深色的纤维层。在肉眼下明晰的有甜槠、裂斗锥、红锥，其他树种的则不清楚。

多为半环孔材，也有散孔材(海南锥)及环孔材(钩锥)。在半环孔材和环孔材中，早材管孔带连续的如锥、裂斗锥，不连续的如鹿角锥。环孔材的早材管孔 2—4(5) 行。大多数树种的管孔带在肉眼下不显著。

管孔排列以不规则分枝的径向排列(系列)占优势。 其中成不规则分枝的径向系列的，例如甜槠；成不规则(分枝)径向排列的，如海南锥；成不规则(分枝)径向排列而管孔渐少渐小的，如鹿角锥、锥、红锥；成不规则的径向排列至系列的，如华南锥，管孔常为径向行列的为罗浮锥。此外，管孔常为树枝状排列的为裂斗锥；管孔火焰状图案的为钩锥。印度锥的管孔排列异常，其内部管孔小而少，外部管孔大而多。

早材(内部)是单独管孔，平常在肉眼下清楚，多数有侵填体；晚材(外部)主要有单独管孔，仅在放大镜下清楚。

环管管胞在肉眼下隐约可见，其颜色较木纤维的浅些。

轴向薄壁组织肉眼下隐约可见，典型为离管带状，如米槠；少数为星散一聚合，如罗浮锥；有时两者皆具有，如裂斗锥。薄壁组织带比较规则或否，一般厚1(2)个细胞。

关于木射线，在本文中所观察过的木材的情况是：1.仅有单列射线，在肉眼下仅隐约可见，如海南锥、鹿角锥；2.兼有单列射线及大射线，与髓心接近的几对大射线通常未能延展至木圆盘周围，在肉眼下平常清楚可见，如台湾锥；3.大射线之中，显然为次生起源者，可延展至圆盘周围，它们在肉眼下平常清楚可见，如吊皮锥；4.大射线普遍，平常为次生起源，成对，生长轮镊合状，在肉眼下平常可见，如栲；5.大射线甚多，亦为次生起源，平常成对，生长轮完全镊合状，在肉眼下清楚，如罗浮锥。6.大射线在木段表面内陷，仅露出一侧平而直的径面，如红锥，或两侧近于对称的V形如裂斗锥。

木材标本：米槠(小红栲) Castanopsis carlesii Hayata，海南米槠 C. carlesii var. hainanica Chun et Huang，无柄米槠 C. carlesii var. sessilis Nakai，锥（桂林栲）C. chinensis Hance，华南锥(华南栲) C. concinna A. DC.，尖叶锥(日本) C. cuspidata Schottky，甜槠(甜槠栲) C. eyeri Tutch.，罗浮锥（罗浮栲）C. fabri Hance，栲 C. fargesii Franch.，裂斗锥（黧蒴栲）C. fissa Rehd. et Wils.，毛锥（南岭栲）C. fordii Hance，台湾锥 C. formosana Hayata，海南锥（海南栲）C. hainanensis Merr.，红锥 C. hystrix A. DC.，印度锥(印度栲) C. indica A. DC.，尖锋岭锥 C. jianfenglingensis Duanmu，吊皮锥(青钩栲) C. kawakamii Hayata，鹿角锥(鹿角栲) C. lamontii Hance，丝锥(扁刺栲、丝栗) C. platyacantha Rehd. et Wils.，苦槠(苦槠栲) C. sclerophylla Schottky，日本锥 C. sieblodi (*Shüa sieboldi* Makino)，钩锥(钩栲) C. tibetana Hance，斧柄锥(细刺栲) C. tonkinensis Seem.，淋漓锥(鳞苞栲) C. uraiana Kaneh et Hatus。

4. **柯属**(石栎属、椆属) **Lithocarpus** Blume（*Pasania* (Miq.) Oerst.）(图版 2:1–4)

心材自灰褐色、黄褐色、红褐色至栗褐色；边材自淡褐色、灰褐色、黄褐色至栗褐色。生长轮在肉眼下平常不清楚，有深色纤维层。生长轮界镊合状，其中不显著的占半数树种例如柄果柯，完全镊合状为少数如硬壳柯；大多数树种的生长轮均匀，例如红柯、合斗柯。

差不多都为散孔材，如红柯、合斗柯；半环孔材的仅有柯一种，其管孔带不连续。

管孔一般为不规则的径向排列，有的延展于生长轮之间而成不规则分枝径向排列，如红柯、硬壳柯；有过半数树种可延展于生长轮之间；此外也有不延展于生长轮之间的，如美叶柯；有时也有可延展于几个生长轮之间的，如梨果柯。

管孔几乎完全单独，在肉眼下完全可见。其中一部分管孔清楚，另一部分隐约可见，都占半数树种，例如红柯、合斗柯。

环管管胞的特征与锥属木材的相似。

轴向薄壁组织在肉眼下隐约可见，一般说比锥属木材的较易观察。多为离管带状，少数兼有星散一聚合，如合斗柯。薄壁组织带以较规则的占优势，厚1(2)个细胞。

木射线有单列射线和大射线。前者在大多数树种木材中在放大镜下清楚；后者在肉眼下完全可见，十分清楚的则有红柯。大射线在木材横切面上甚少成对的如红柯；或较多

成对的如硬壳柯。前者的大射线在木段表面内陷，其两侧近于对称的V形；后者的大射线内陷之后仅露出一侧平而直的径面。

少数树种的次生起源的大射线，在木材横切面上断断续续，例如红柯；多数树种的大射线，既较多成对又正常延展至木圆盘周围，例如硬壳柯。一半树种的大射线在木材弦切面上可见分割，例如红柯。

木材标本：杏叶柯(桃叶椆) Lithocarpus amygdalifolius Hayata，茸果柯 L. bacgiangensis A. Camus，短穗柯 L. brachystachyus Chun，短尾柯 (岭南柯) L. brevicaudatus Hayata，美叶柯 L. calophyllus Chun，金毛柯 (金毛椆) L. chrysocomus Chun et Tsiang，包槲柯 (包椆) L. cleistocarpus Rehd. et Wils.，烟斗柯 L. corneus Rehd.，杯果柯 L. cyrtocarpus A. Camus，白皮柯(茸毛椆) L. dealbatus Rehd.，万宁柯 L. elmerrillii Chun，泥柯 (华南椆) L. fenestratus Rehd.，红柯(红椆) L. fenzelianus A. Camus，柯(石栎) L. glaber Nakai，卷叶柯 L. haipinii Chun，硬壳柯 L. hancei Rehd.，瘤果柯(脚板椆) L. handelianus A. Camus，梨果柯 L. howii Chun，桤叶柯 L. litseifolius Chun，柄果柯 (柄果椆) L. longipedicellatus A. Camus，猪柯 L. mairei Rehd.，灰柯 (灰椆) L. murinus Chun et Huang，茸毛柯(毛果柯) L. pseudovestitus A. Camus，犁耙柯 L. sivicolarum Chun，合斗柯 L. synbalanos Chun，怀集柯 L. tsangii A. Camus

5. **栎属 Quercus** L. (*Cyclobalanopsis* (Endl.) Oerst.) 图版 2:5–12

心材自淡灰褐色、黄褐色、红褐色至深栗褐色；边材自淡灰色、淡褐色、黄褐色至淡栗褐色。生长轮在本文环孔材栎类中微波状、均匀，在肉眼下十分清楚者较多，例如麻栎，生长轮在散孔材栎类中均匀，有深色纤维层，微波状占优势、肉眼下可见的例如竹叶栎，或清楚如青刚栎。

环孔材栎类的管孔带主要表现为多少有些连续。早材管孔多数 1 行；晚材管孔成不规则分枝(或否)的径向排列(例如麻栎)或径向系列，或近于火焰状(例如蒙古栎)。半环孔材的尖叶栎无管孔带，管孔不规则地径向排列。

散孔材栎类的管孔为典型的不规则的径向排列。其中可分 4 个小组：

1. 青刚栎小组代表为青刚栎。管孔在上述排列之内有单纵列至纺锤状。其中单纵列或分散的纵列较多且管孔较大。当管孔排列延展于生长轮之间时，往往成不规则 (分枝)的径向排列。

2. 竹叶栎小组代表为竹叶栎。管孔纵列分散较大，其中杂有纺锤状。当管孔排列延展时亦似青刚栎小组。

3. 赤皮栎小组代表为赤皮栎。管孔排列有单纵列至纺锤状，其中纺锤状较多。当管孔排列延展时，成不规则分枝的径向排列。

4. 巴东栎小组仅巴东栎。管孔排列有单纵列或纺锤状。当管孔排列延展时亦似赤皮栎小组。

环孔材栎类的早材管孔在肉眼下清楚如栓皮栎，或十分清楚如麻栎，有侵填体；晚材管孔一般在放大镜下清楚。散孔材栎类的管孔多数肉眼下可见如青刚栎；一些树种的管孔肉眼清楚至隐约可见；仅巴东栎的管孔要在放大镜下才可见。

环管管胞的特征与锥属木材的相似。

轴向薄壁组织平常在肉眼下可见，比柯属木材的较易观察，如麻栎、竹叶栎；隐约可见的则有蒙古栎。薄壁组织离管带状占优势，少数树种兼有星散一聚合；薄壁组织带较不规则如麻栎、细叶青栎，或比较规则如蒙古栎、竹叶栎；厚1(2)个细胞较多。

木射线有单列射线和大射线。惟巴东栎的大射线不显著。单列射线在放大镜下清楚。大射线在肉眼下清楚，特别清楚的有麻栎、竹叶栎，相当清楚的有黄丝栎。

大射线显然以次生起源占优势；多数不成对；一般向外延展至木圆盘的边缘，其中时宽时窄的有麻栎、竹叶栎；断断续续的有多脉栎。不成对的大射线在木段表面内陷，以其两侧近于对称的V形为主，例如栓皮栎、竹叶栎；反之，黄背栎的成对大射线以露出一侧平而直的径面为主。大射线在木材弦面上多数可见分割，例如麻栎、青刚栎。大射线由小射线"聚合"而成的如黄背栎。巴东栎的小射线聚合程度更少。

木材标本：尖叶栎 Quercus acuta Thunb.，麻栎 Q. acutissima Carr.，槲栎 Q. aliena Bl.，革叶栎 Q. alutacea Chun，竹叶栎（竹叶椆）Q. bambusaefolia Hance，美叶栎（槟榔椆）Q. bella Chun et Tsiang，薄叶栎（栎子椆）Q. blakei Skan，小叶薄叶栎 Q. blakei var. parvifolia Merr.，黄背栎(岭南椆) Q. championi Benth.，小叶栎 Q. chenii Nakai，黄槠栎 Q. chungii Metc.，巴东栎（四川栎）Q. engleriana Seem.，白栎（小白栎）Q. fabri Hance，饭甑栎(毛果青冈，饭甑椆) Q. fleuryi Hick. et A. Camus，赤皮栎（赤皮椆）Q. gilva Bl.，青刚栎（青冈、铁椆）Q. glauca Thunb.，小青刚栎 Q. glauca f. gracilis Rehd. et Wils.，毛枝滇栎（毛枝椆）Q. helferiana A. DC.，黄丝栎（雷公椆）Q. hui Chun，南岛栎 Q. insularis Chun et Tam，大叶栎 Q. kawakamii Hayata，旱毛栎(毛叶青冈，平脉椆) Q. kerrii Craib，长坚果栎 Q. longinux Hayata，蒙古栎（柞木）Q. mongolica Fisch. et Turcz.，大锯齿蒙古栎 Q. mongolica var. grosseserrata Rehd. et Wils.，赤栎（台湾椆）Q. morii Hayata，多脉栎 Q. multinervis Cheng，细叶青栎（小叶青冈，青椆）Q. myrsinaefolia Blume，平脉栎(云山椆) Q. nubium Hand.-Mazz.，美丽栎(赤青冈，赤椆) Q. pachyloma Seem.，盘壳栎（托盘椆）Q. patelliformis Chun，欧洲栎 Q. robur L.，吊罗山栎 Q. tiaoloshanica Chun et Ko，栓皮栎 Q. variabilis Bl.

## 木材构造、树木分类和分布

Forman[11,12] 仅以花序及其雄花、雌花等的形态，壳斗的开闭、附属物及壳斗与果实关系，来划分此科的亚科。《中国高等植物图鉴》[2] 亦以上述特征为主，兼顾落叶或常绿、叶的排列和叶缘、顶芽有无来分类。在其分属检索表中，将栲属(今称锥属)与柯属并列，而将栎属分成椆亚属和栎亚属。所以《图鉴》对于本科的分属检索，考虑周详。

Forman 将壳斗科植物分为三个亚科。从木材的宏观结构来看，水青冈亚科显然与其他二个亚科不同(见本文分属检索表)。栗亚科中的栗属以其环孔材、晚材管孔成斜向至火焰状排列，轴向薄壁组织星散一聚合至离管带状以及单列射线，可与其余两属分别。锥属的管孔排列、薄壁组织和木射线等特征，与柯属、栎属反而较接近。在此方面，《图鉴》所载壳斗科分属检索表，将栲属与柯属并列，与木材的构造特点符合。而锥属少数树种的木材只有单列射线，则与栗属相近，

壳斗科植物有7或8属,约900多种。水青冈属约10主种,主要分布于北温带[9],落叶[2,6,13]。栗属约12种,在北温带[9],落叶[2,6,13]。锥属约120种[9],亚洲南部及东南部,很少至东部,常绿[2,6,13]或落叶[13]。柯属至少300种[9],主产亚洲东南部和南部,少数分布至东部,常绿[2,6]。栎属约450种[9],广布于欧、亚及北美,其中椆亚属全为常绿树[2,6],仅见于亚洲南部及东南部,少数分布至东部;栎亚属中的高山栎类大半为常绿,其余多数为落叶树种。

树木在生长开始,其管孔成环状排列者,认为适应气候的季节变化而生,此与管孔作散生排列者不同:前一类树种多为温带的落叶树,后一类常为热带亚热带的常绿树[8]。

本文所观察此科各属树种的木材中:栗属树种的分布与簇叶及环孔材是完全相应的;柯属主要分布在马来西亚和太平洋岛屿,常绿,故其散孔材占92.6%,仅余少数半环孔材;广义的栎属自常绿的椆亚属至大多数落叶的栎亚属,有接近3/4的散孔材,少于1/4环孔材,可知本属树种分布与其管孔的多孔性大致相当;锥属树种常绿或落叶,但占3/4的半环孔材,少于1/6散孔材,余为环孔材,此与属种分布很不一致;水青冈属为落叶树种却未见环孔材,其分布与构造更不相一致。因此上述各属木材的管孔排列,分别与其簇叶自完全一致至基本一致至有所不同,同时自散孔材向半环孔材向环孔材减少其比例;亦即木材构造与树木分布仍有求同存异的现象。

## 小　　结

关于我国壳斗科木材的解剖特征,本文观察了水青冈、栗、红锥、钩锥、栲、印度锥、柯、包槲柯、青刚栎、麻栎、栓皮栎和蒙古栎等主要树种的木材制片。上述木材的特征概括与此科木材的解剖叙述[15]是类似的。

水青冈属以其导管分子兼有复穿孔,管间纹孔式自对列至梯状,又其轴向薄壁组织为星散—聚合等特征,皆比其他各属木材为原始。单列射线比较原始,聚合射线是一种高度特化的构造。自栗属、锥属至柯属、栎属之间的射线构造,亦可反映此一演变。导管排列的环孔类型自星散分布进化而来,如此则栗属木材可以排在柯属、栎属甚至锥属之后。

木材解剖特征之间的演化是错综复杂的。每属木材一般既有原始特征亦有进化特征。本文从广东壳斗科5属木材的构造比较,参考此科的植物分类和树木分布,编制了分属检索表并处理其互相关系。

Chalk[10] 曾将常绿的栎树与落叶的栎树同植一地,比较结果。他建议落叶的栎树木材有早材与晚材之分,早材是其管孔带。而常绿的栎树木材仅有内部与外部之别:即常绿栎树整个生长轮的木材构造是与落叶栎树的晚材相似。倘属如此,本文认为栎属植物仍以包括椆亚属和栎亚属为宜。再从木材构造观点,则散孔材栎类更可概括栎亚属中一些常绿树种,而环孔材栎类则宜限于此亚属的落叶树种。

总之,广东壳斗科的栗属、锥属、柯属和栎属之间的木材构造是互相关联的,自环孔材向半环孔材上溯散孔材方面,此与树木的簇叶既有一致亦有不一致。所以树木与环境的关系是复杂的,须从植物学各个学科予以综合,方知全壁。

## 参　考　文　献

[1] 广东省林业局、广东木材利用调查研究组，1975：广东木材识别与利用，广东科学技术出版社。
[2] 中国科学院植物研究所主编，1972：中国高等植物图鉴，第一册，科学出版社。
[3] 成俊卿等，1960：中国重要树种的木材鉴别及其工艺性质和用途，中国林业出版社。
[4] ——，1980：中国热带及亚热带木材：识别、材性和利用，科学出版社。
[5] 张宏达，1962：广东植物区系的特点，中山大学学报(自然科学版) 1962 年(1)：1—34
[6] 南京林学院树木学教研组主编，1961：树木学上册，农业出版社。
[7] 唐燿，1936：中国木材学，商务印书馆。
[8] ——，1973：云南热带材及亚热带材，科学出版社。
[9] Airy Shaw, H. K. (rev.), 1973: A dictionary of the flowering plants and ferns, 8th ed. Cambridge.
[10] Chalk, L., 1937: A note on the meaning of the terms earlywood and latewood. *Proc. Leeds Phil. Lit. Soc.* **3**: 325—326.
[11] Forman, L. L., 1964: Trigonobalanus, A new genus of Fagaceae, with notes on the classification of the family. *Kew Bull.* **17**(3): 381—396.
[12] ————, 1966: On the evolution of cupules in the Fagaceae. *Kew Bull.* **18**(3): 385—419.
[13] Hutchinson, J., 1967: The genera of flowering plants (Angiospermae), Vol. II. Oxford.
[14] Li, Hui-lin (李惠林), 1963: Woody flora of Taiwan. Pennsylvania.
[15] Metcalfe, C. R. and Chalk., 1950: Anatomy of the Dicotyledons, Vol. I. Oxford.

# ON MACROSCOPIC STRUCTURES OF THE FAGACEOUS WOODS IN KWANGTUNG IN RELATION TO CLASSIFICATION AND DISTRIBUTION

Ho Tien-hsiang
(*South China College of Agriculture*)

## Abstract

In the present paper, 3 species of *Fagus,* 6 of *Castanea,* 24 of *Castanopsis,* 26 of *Lithocarpus,* and 34 of *Quercus* (sens. lat.), totaling 219 specimens (slides) collected mainly from the province of Kwangtung and the vicinity have been compared, with special reference to their pore arrangement and ray disposition.

Taking the Genus as a group, the macroscopic structure of each genus in detail, the end-grain photographs of the representatives and a key to the genera are provided.

After comparing the wood structure, the present writer is of the opinion that it is better to correlate the genus *Castanopsis* Spach with the genus *Lithocarpus* Blume together, as has been done in some works[2,14].

In regard to the ring porosity in woody angiosperms it has a close relationships with the habitat[8,10], i.e., diffuse-porous woods usually present in evergreen trees, while ring-porous ones in deciduous trees, and of course the anatomical features too, therefore is appropriate for the genus *Quercus* L. to include *Cyclobalanopsis* (Endl.) Oerst. as a natural group.

## Key to Genera

1. Pores radially arranged; vasicentric tracheids absent; axial parenchyma diffuse-in-

aggregates ............................................................ **Fagus**

1. Pores (or late-wood pores) in general irregularly radially arranged; vasicentric tracheids present; axial parenchyma typically apotracheal banded.
   2. Wood rays wholly uniseriate; woods ring-porous .................... **Castanea**
   2. Both uniseriate rays and large rays regularly present; woods diffuse-porous, semi-ring-porous or ring-porous.
      3. Late-wood pores (or pores) predominantly in irregularly branched radial arrangement, generally not extending between the growth rings. Woods most of semi-ring-porous, and then diffuse-porous and ring-porous. A few species only with uniseriate rays ........................................ **Castanopsis**
      3. Pores typically with irregularly radial arrangement, often extending between the growth rings in most species. Diffuse-porous woods predominant, semi-ring-porous ones the least. All species with both uniseriate rays and large rays ........................................................ **Lithocarpus**
      3. Pores typically with irregularly radial arrangement, when the pores extending between the growth rings, they being generally not in irregularly branched radial arrangement-most of diffuse-porous woods. Late-wood pores in irregularly branched (or not) radial arrangement or radial series, or in nearly flame-like pattern-ring-porous woods less than one-fourth. (Semi-ring-porous woods the least.) In the majority of species with both uniseriate rays and large rays .. ........................................................ **Quercus**